

El Banquero Central Bayesiano I<sup>1</sup>  
Por Alvaro Riascos Villegas<sup>2</sup>

*Everything should be kept as simple as possible,  
but not simpler.*

*Albert Einstein<sup>3</sup>*

Cada cuatro semanas, la Junta Directiva del Banco de la República se reúne para tomar una de las decisiones más esperadas por los agentes económicos; cambiar o no las tasas de interés con la cual el Banco le da o le quita liquidez al sistema financiero. De esta manera, la Junta directiva busca afectar de manera indirecta todas las demás tasas de interés de la economía y por lo tanto, aunque sea por un corto período de tiempo, la actividad económica. Esto es principalmente, la tasa de inflación, y en una menor medida, el producto y el empleo. En términos generales, la decisión se toma sobre la base del objetivo final de la política económica (establecidos y limitados por nuestra constitución) y por un monitoreo y diagnóstico muy minucioso de la actividad económica por parte del equipo técnico del Banco. En el centro de este proceso de decisión y como una de las herramientas más útiles al interior del Banco se utilizan algunos modelos económicos y estadísticos para el análisis de la actividad económica. Tal es también la práctica internacional, y en ese sentido, el Banco siempre ha estado a la vanguardia. Este ensayo busca enriquecer aún más el universo metodológico y pragmático que sirve como punto de referencia conceptual para el análisis de política, pronósticos y toma de decisiones. Esto es en pocas palabras, un Banquero Central que desde un punto de vista estadístico es Bayesiano<sup>4</sup>. En palabras de Sims [2002]:

*Bayesian statistical inference is sometimes mistakenly thought of as a collection of “techniques” for doing the same sort of things that can be done by other “techniques”. But this is a mistake. Bayesian inference is a perspective, a way of thinking about statistical techniques, not in itself a collection of techniques. The Bayesian perspective on inference were it widely understood by those working on policy models, would ease the connection between modeling and decision making.*

En este primer ensayo nos ocupamos del análisis de política (en su forma más elemental y no muy distinta filosóficamente del estándar metodológico al interior del Banco) y de la toma de decisiones con una estructura de información que incluye información no muestral y también aprendizaje sobre el comportamiento de la economía. En un

<sup>1</sup> Parte de este ensayo es basada en la presentación del Profesor Frank Schorfheide de la Universidad de Pennsylvania durante el taller organizado por el Fondo Monetario Internacional sobre Modelos de Equilibrio General en Bancos Centrales, Abril de 2004, Washington D.C.

<sup>2</sup> Correo electrónico: [alvaro.riascos@yahoo.com](mailto:alvaro.riascos@yahoo.com). Este es el primero de tres ensayos que el autor ha planeado sobre este tema. Las opiniones expresadas en este ensayo no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

<sup>3</sup> Citado por Deimling [1980], página 1.

<sup>4</sup> Una introducción lucida y corta sobre el punto de vista Bayesiano puede encontrarse en Koop [2003], capítulo 1. Igualmente, para una introducción más formal pero también muy corta, el lector puede consultar Hansen [2002].

segundo ensayo, de nuevo haremos énfasis en el análisis de política desde un punto de vista más estructurado y con más consistencia interna (como en la actualidad se esta comenzando a explorar al interior del Banco) y abordaremos el problema de cómo pronosticar la actividad económica. Finalmente, en un tercer ensayo nos preguntaremos sobre las diferentes formas de comparar modelos económicos. La perspectiva aquí es tan rica e interesante como en los casos anteriores pero además afortunada, en el sentido que, en el lenguaje de la econometría Bayesiana, la pregunta sobre qué modelo es mejor que otro para describir la realidad económica, esta en efecto bien puesta, y para la cual existen respuestas formales y bien definidas.

La motivación fundamental para la introducción de ideas Bayesianas radica en por lo menos dos cosas. La primera reúne todos los argumentos técnicos y filosóficos a favor de la inferencia Bayesiana. Si bien no profundizaremos mucho en estos argumentos estos son algunos ejemplos:

- La posibilidad de interpretar las probabilidades como el grado de *incertidumbre* sobre los diferentes eventos desconocidos. Este no es un punto trivial. Está en el corazón de toda la interpretación Bayesiana sobre qué quiere decir la probabilidad de un evento. A manera de ejemplo, si la probabilidad de un evento A es 0.5, la interpretación *frecuentista* (base conceptual de la econometría clásica), es que si repetimos de manera independiente una gran cantidad de veces el mismo experimento (bajo exactamente las mismas condiciones), en aproximadamente la mitad de las ocasiones observaremos este evento A. O dicho más precisamente, si existe una infinidad de universos paralelos, idénticos al nuestro y visitáramos cada uno de ellos, en la mitad de los mundos que visitemos encontraríamos que se a realizado el evento A.

Como consecuencia, desde una perspectiva Bayesiana es posible hacer afirmaciones como: “Dados los datos observados hasta el momento la probabilidad de que la elasticidad de cierta variable este entre 0.5 y 0.7 es 0.9<sup>5</sup>”. O, “dados los datos observados hasta el momento y teniendo en cuenta la incertidumbre de nuestro modelo (errores y parámetros) la probabilidad de que el próximo mes la inflación este entre 5% y 6% es 0.65<sup>6</sup>. O finalmente, “dados los datos observados hasta este momento, la probabilidad de que los modelos económicos A o B sean correctos es 0.6 y 0.7 respectivamente. Ninguna de estas afirmaciones hace sentido desde el punto de vista clásico<sup>7</sup>.”

- Usualmente existe información previa sobre los parámetros estructurales de un modelo económico. Por ejemplo, algunos parámetros de un modelo económico como la tasa de descuento (tasa de interés real) solo hacen sentido para cierto rango. Esta información es posible introducirla en un modelo estadístico como

---

<sup>5</sup> Esto recuerda los intervalos de confianza en la estadística clásica sin embargo, esta no es la interpretación correcta desde este punto de vista. De hecho, utilizando la parábola de los mundos paralelos, desde el punto de vista clásico la afirmación sobre la elasticidad lo que quiere decir es que, en el 90% de los mundos, se encontraría que la elasticidad esta entre 0.5 y 0.7.

<sup>6</sup> Para aquellas personas versadas en el lenguaje técnico del los bancos centrales, los “*fun charts*” son exactamente esto y su construcción rigurosa se basa en la inferencia Bayesiana.

<sup>7</sup> Aquí seremos un poco informales y nos referiremos a la vision frecuentista o no Bayesiana como la vision clásica.

una distribución de probabilidad sobre nuestro conocimiento previo del parámetro.

- La posibilidad de condicionar sobre los datos observados a diferencia de la econometría clásica en la cual el parámetro verdadero que queremos estimar es, típicamente, el promedio sobre todos los datos posibles (aún cuando no han sido observados). Por ejemplo, en un modelo de regresión lineal, el parámetro verdadero  $b$  se puede calcular de manera exacta si tuviéramos una serie infinita de observaciones. Mientras que desde el punto de vista Bayesiano, no existe un parámetro exacto. Lo que tenemos es que el parámetro es una variable aleatoria para la cual tenemos cierto conocimiento previo que resumimos en una distribución de cierto tipo, y la cual vamos precisando en la medida que recibimos nuevas fuentes de información (datos).

Aquí no haremos énfasis en estos argumentos pero sí contrastaremos la visión frecuentista (o clásica) de la inferencia estadística en la formulación de la política monetaria<sup>8</sup> con la visión Bayesiana.

El segundo grupo de argumentos reviste mayor importancia desde el punto de vista práctico y de la política económica. Si bien es cierto que en el proceso de decisión sobre cambiar o no las tasas de interés, el diagnóstico y las recomendaciones técnicas son de vital importancia para la Junta Directiva, el reconocimiento de la complejidad del mundo real, de la inevitable abstracción y simplicidad de los modelos y la gran cantidad de información de carácter informal o no muestral que los formuladores de política poseen, es natural y válido que las decisiones o por lo menos el universo analítico, no recaigan únicamente en aquellas con soporte técnico. Es decir, al interior del proceso de decisión son muchos los elementos de juicio y apreciación que entran en consideración por parte de los formuladores de política. Por ejemplo, los modelos económicos y estadísticos en el momento de tomar las decisiones pueden no haber incorporado las relaciones políticas con países vecinos como Venezuela que sin duda pueden tener repercusiones importantes para las exportaciones de Colombia. Igualmente, el trámite legislativo sobre un proyecto económico como subir o no el impuesto a las transacciones puede tener repercusiones inmediatas sobre la economía que a la Junta le gustaría interiorizar antes de tomar su decisión. Si bien muchos de estos escenarios económicos son susceptibles de ser modelados es también siempre el caso que los modelos a la mano en el momento de tomar decisiones no abarcan todo el universo posible de situaciones importantes. Teniendo en cuenta esto, el análisis Bayesiano nos provee con herramientas formales para introducir este tipo de incertidumbre, información privada, prejuicios, etc. O lo que en un lenguaje formal los econométricos Bayesianos llamarían *priors*.

Comencemos por formalizar un poco nuestras ideas. Puesto que nuestro objetivo es resaltar el punto de vista Bayesiano sobre la toma de decisiones al interior de la autoridad monetaria, nos restringiremos a un modelo elemental del funcionamiento de la economía. Como observamos anteriormente, la filosofía y estructura del modelo que presentaremos no es fundamentalmente distinto del modelo de referencia que en la actualidad se utiliza al interior del Banco de la República, el modelo de mecanismos de transmisión (MMT). Es decir, consideramos un modelo económico en forma reducida

---

<sup>8</sup> Ver Hansen [2002].

con una oferta (curva de Phillips) y una demanda agregada. El modelo se cierra asumiendo que la política monetaria consiste en manipular la cantidad de dinero en la economía.

Conceptualmente las diferencias entre este modelo y el MMT son muy pocas. La primera que podríamos mencionar es que en el MMT se supone que la autoridad monetaria utiliza la tasa de interés como instrumento de política mientras que aquí utilizaremos la cantidad de dinero. Teniendo en cuenta que nuestro objetivo es resaltar el punto de vista Bayesiano, esta no es una diferencia importante. Una segunda diferencia es que el modelo que utilizaremos lo consideramos una descripción conjunta de la realidad económica. En el lenguaje técnico, el conjunto de ecuaciones del modelo estadístico que utilizaremos lo consideramos un sistema de ecuaciones simultáneas. De otra parte el MMT es un modelo que se estima o calibra ecuación por ecuación. Esta no es una diferencia trivial y en los próximos ensayos volveremos sobre este punto.<sup>9</sup>

### *El modelo*

Supongamos que la oferta agregada de la economía la podemos describir mediante la siguiente ecuación (curva de Phillips):

$$y_t = \alpha p_t + e_t^o,$$

donde  $y_t$  es el la brecha del producto<sup>10</sup>,  $p_t$  es la inflación y  $e_t^o$  es un error que identificamos como choques de oferta. De otra parte, la demanda agregada esta dada por:

$$p_t = M_t + e_t^d,$$

donde  $M_t$  es la cantidad de dinero en circulación en la economía y  $e_t^d$  es un error que identificamos como choques de demanda. El supuesto básico sobre los errores del modelo es que estos son choques independientes e idénticamente distribuidos con distribución normal con media cero y varianza 1. Finalmente, la política monetaria suponemos que tiene la forma:

$$M_t = 0 \text{ si } t = 1, \dots, T \text{ y}$$

$$M_t = -e_t^d + de_t^o \text{ cuando } t = T + 1, \dots$$

Como puede observarse la primera es una política pasiva y la segunda una política activa. La política activa contrarresta los choques de demanda mientras que acomoda lo choques de oferta. En este ensayo, la pregunta fundamental que nos haremos es, ¿Dado

<sup>9</sup> Sobre el tipo de modelos, y en general sobre el punto de vista Bayesiano en el proceso de decisión de la autoridad monetaria, el lector puede consultar el artículo crítico de Sims [2002].

<sup>10</sup> En este ensayo podemos pensar de una manera tradicional en la brecha del producto. Es decir, como las desviaciones con respecto a un producto potencial o de largo plazo que podemos definir mediante algún filtro (i.e. Hodrick y Prescott) o mediante la estimación de una función de producción. En los próximos ensayos utilizaremos una definición conceptualmente más rigurosa (y con la cual el autor sí simpatiza). Sin embargo, por el momento, tal distinción no es importante.

el pasado observado,  $t = 1, \dots, T$  y la función objetivo del Banco Central, cual es la política óptima, el valor de  $\mathbf{d}$ , a partir de  $t = T + 1, \dots$  ?

Para hablar de políticas óptimas lo primero que necesitamos es precisar los objetivos del Banco Central. Supongamos entonces que la autoridad monetaria tiene preferencias sobre la variabilidad de la brecha del producto y la inflación. Esto es, la función de pérdida (o función objetivo) del Banco Central  $L(\mathbf{q}, \mathbf{d})$ , la vamos a suponer de la forma:

$$L(\mathbf{q}, \mathbf{d}) = E[y_t^2 + p_t^2],$$

donde hemos escrito a propósito, la dependencia de  $L$  de los parámetros  $\mathbf{q}$  y  $\mathbf{d}$ , y donde el valor esperado lo estamos tomando con respecto a la incertidumbre como resultado de los choques de oferta y de demanda. Estas precisiones son claves pues, como veremos más adelante, desde un punto de vista Bayesiano, el parámetro  $\mathbf{q}$  también se considera una fuente de incertidumbre que refleja el desconocimiento del verdadero modelo estadístico que describe los datos y que el formulador de política también desearía llevar en consideración. El objetivo del Banco Central es minimizar la anterior función de pérdida.

### *Políticas Óptimas I (el Banquero Central Bayesiano)*

Cuando utilizamos la regla activa, la función objetivo del Banco Central se reduce a:

$$E\left[\left((q\mathbf{d} + 1)^2 + \mathbf{d}^2\right)(e^o)^2\right] = (q\mathbf{d} + 1)^2 + \mathbf{d}^2.$$

Si suponemos que conocemos  $\mathbf{q}$ , entonces,

$$\mathbf{d}^{opt} = \frac{-\mathbf{q}}{1 + \mathbf{q}^2}.$$

Obsérvese que la política monetaria óptima es contracíclica. Ahora supongamos que el Gerente del Banco consulta con dos de sus economistas asesores sobre el parámetro  $\mathbf{q}$ . Estos economistas, que para fines del argumento llamaremos los economistas A y B, tienen las siguientes opiniones<sup>11</sup>. El economista A opina que  $\mathbf{q} = \frac{1}{10}$  y B opina que  $\mathbf{q} = 1$ . Luego, para el economista A la política monetaria óptima debería de ser  $\mathbf{d}^A = -0.1$  y para el economista B,  $\mathbf{d}^B = -0.5$ . De su parte, el gerente del Banco tiene los siguientes priors sobre el valor de  $\mathbf{q}$ :  $P(\mathbf{q} = 1) = \frac{1}{4}$  y  $P(\mathbf{q} = \frac{1}{10}) = \frac{3}{4}$  y como es costumbre, antes de tomar cualquier decisión, el Gerente del Banco reúne a su equipo técnico y les pide hacer una serie de estudios sobre la evolución reciente de la economía. La fuente más importante de información son las últimas observaciones del producto y la inflación y por lo tanto la última estimación de la brecha del producto.

<sup>11</sup> La incertidumbre sobre el valor de  $\mathbf{q}$  puede tener origen en diferentes estudios técnicos sobre la curva de Phillips, fuentes de información no muestrales o simplemente opiniones distintas.

Supongamos que estas ultima observaciones son  $p = 2\%$  y  $y = 0.25\%$ . Con base en esta información el Gerente actualiza sus priors sobre el parámetro  $q$ . Reacuérdesse que durante este periodo supusimos que la política monetaria fue pasiva con  $M_t = 0$  para todo  $t = 1, \dots, T$ . Para hacer esto el recurre al teorema de Bayes utilizando los datos históricos del producto (la brecha) y la inflación  $\{z_t\}_{t=1, \dots, T}$  donde  $z_t = (p_t, y_t)$  y  $z_{T+1} = (2\%, 0.25\%)$ . Con base en esta infamación el equipo técnico calcula la probabilidad conjunta del proceso  $p_t$  y  $y_t$  dado el parámetro  $q$ . Es decir la función de verosimilitud:

$$L(q|z) = p(z|q) = \prod_{t=1}^T p(z_t|q),$$

donde hemos utilizado que las observaciones de  $\{z_t\}_{t=1, \dots, T}$  son i.i.d. Luego, utilizando el teorema de Bayes, una vez observados los nuevos datos de inflación y producto, el Gerente actualiza sus priors sobre  $q$  obteniendo:

$$\begin{aligned} p\left(q = \frac{1}{10} \middle| z_{T+1}\right) &= \frac{p\left(q = \frac{1}{10}\right)L\left(q = \frac{1}{10} \middle| z_{T+1}\right)}{p\left(q = \frac{1}{10}\right)L\left(q = \frac{1}{10} \middle| z_{T+1}\right) + p(q = 1)L(q = 1|z_{T+1})} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{1}{4} - \frac{2}{10}\right)^2\right)}{\frac{1}{4} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{1}{4} - \frac{2}{10}\right)^2\right) + \frac{3}{4} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{1}{4} - 2\right)^2\right)} \approx 0.61, \end{aligned}$$

y por lo tanto  $p(q = 1|z_{T+1}) \approx 0.39$ .

Con base en estos cálculos, el Gerente esta en condiciones de tomar una decisión. Para esto el tiene por lo menos dos alternativas. Si el Gerente utiliza las probabilidades posteriores para decidir sobre cual política escoger, entonces escogería la política que recomienda el economista A. Es decir,  $d^A = -0.1$  y la pérdida esperada (promediando sobre el error  $e_t^o$ ) sería,  $(qd^{opt} + 1)^2 + d^{opt2} = 0.98$  si  $q = 0.1$  y  $0.82$ , si  $q = 1$ . Ahora, si ocurre lo que el gerente considera lo más probable ( $q = 0.1$ ), incurriría en un error mayor siguiendo los consejos de Economista A que si ocurriera lo que el menos espera ( $q = 1$ ). A partir de estos calculo el Gerente cae en cuenta que probablemente hay una mejor alternativa.

Supongamos que no solamente promediamos sobre la incertidumbre como resultado del choque  $e_t^o$  sino que también promediamos sobre los posibles valores de  $q$ . Mas precisamente el Gerente decide basar su decisión en aquella política que minimice la perdida esperada pero tratando de igual manera los términos de error y los parámetros del modelo. Es decir, minimizar las perdidas (riesgos) esperadas posteriores.

A manera de ejemplo calculemos las pérdidas esperadas posteriores de seguir cada una de las recomendaciones de los dos economistas consultados. Recuérdese que las probabilidades posteriores son  $p\left(\mathbf{q} = \frac{1}{10} \mid z_{T+1}\right) = 0.61$  y  $p(\mathbf{q} = 1 \mid z_{T+1}) = 0.39$  luego si el Gerente escoge  $\mathbf{d}^{opt}\left(\frac{1}{10}\right)$ , la pérdida esperada posterior es:

$$\bar{L}\left(\mathbf{d}^{opt}\left(\frac{1}{10}\right)\right) = L\left(\frac{1}{10}, \mathbf{d}^{opt}\left(\frac{1}{10}\right)\right)p\left(\mathbf{q} = \frac{1}{10} \mid z_{T+1}\right) + L\left(1, \mathbf{d}^{opt}\left(\frac{1}{10}\right)\right)p(\mathbf{q} = 1 \mid z_{T+1}) \approx 0.82,$$

y si el Gerente escoge  $\mathbf{d}^{opt}(1)$  entonces la pérdida esperada posterior es:

$$\bar{L}(\mathbf{d}^{opt}(1)) = L\left(\frac{1}{10}, \mathbf{d}^{opt}(1)\right)p\left(\mathbf{q} = \frac{1}{10} \mid z_{T+1}\right) + L(1, \mathbf{d}^{opt}(1))p(\mathbf{q} = 1 \mid z_{T+1}) \approx 0.90,$$

donde  $\bar{L}(\mathbf{d})$  es la pérdida esperada posterior (promediando sobre los errores y parámetro  $\mathbf{q}$ ). Luego, basados en la pérdida esperada posterior el Gerente del Banco le convendría seguir la política que recomienda el Economista B. Obviamente, el Gerente puede decidir aún mejor escogiendo el valor  $\mathbf{d}^*$  que minimiza la pérdida esperada posterior:

$$\mathbf{d}^* = \arg \min \bar{L}(\mathbf{d}).$$

Un cálculo muy sencillo nos muestra que:

$$\mathbf{d}^* = -\frac{E[\mathbf{q} \mid z_{T+1}]}{1 + E[\mathbf{q}^2 \mid z_{T+1}]} \approx -0.32,$$

con pérdida esperada posterior de 0.85. Como puede observarse cuando promediamos sobre todas las fuentes de incertidumbre (errores y parámetros) obtenemos un política óptima que es más conservadora que cualquiera de las propuestas por los dos asesores del Gerente:  $\mathbf{d}^* \approx -0.32$  comparado con  $\mathbf{d} \approx -0.99$  del economista A y  $\mathbf{d} \approx -0.5$  del economista B. Lo que este ejemplo nos enseña es la importancia de incorporar (y como hacerlo), todas las fuentes de incertidumbre sobre la descripción de la realidad económica para así tomar una decisión de política más informada. O más precisamente con un mayor sentido del riesgo que involucran.

### *Políticas Óptimas II (el Banquero Central Clásico)*

El anterior ejemplo no sería tan ilustrativo si no fuera porque lo podemos comparar con su versión desde el punto de vista de un banquero central para quien no existe nada más sobre la tierra que la inferencia clásica, o de manera más fundamental, la interpretación frecuentista del concepto de probabilidad. Llamaremos a este el Banquero Central Clásico. Como mencionamos al comienzo del ensayo una de las diferencias básicas de los dos puntos de vista es la forma como se trata el parámetro  $\mathbf{q}$  desde un punto de vista Bayesiano y desde un punto de vista clásico. Para un economista clásico,  $\mathbf{q}$  no es una variable aleatoria. El supuesto fundamental es que existe un valor de  $\mathbf{q}$ , aunque

desconocido, tal que el modelo describe de manera exacta el verdadero proceso generador de datos mientras que para un economista Bayesiano,  $\mathbf{q}$  es una variable aleatoria, cuya distribución desconocemos pero sobre la cual tenemos algún conocimiento aunque probablemente muy pobre. Dada una estimación de  $\mathbf{q}$ , que denotamos por  $\hat{\mathbf{q}}$ , el problema del Banquero Central Clásico es escoger una política  $\mathbf{d}(\{z_t\}_{t=1, \dots, T+1})$  que depende de todos los datos disponibles para minimizar su función de pérdida esperada:

$$L(\hat{\mathbf{q}}, \mathbf{d}(\{z_t\}_{t=1, \dots, T+1})) = E[y_t^2 + \mathbf{p}_t^2],$$

Sin embargo, es claro que proceder a tomar una decisión con base en una estimación de  $\mathbf{q}$  probablemente no es lo más inteligente. Luego surge la pregunta sobre cuál es una forma más adecuada para valorar los riesgos esperados de la política (i.e. las pérdidas esperadas). En este sentido existen por lo menos dos criterios muy populares en la literatura que son, el criterio minimax y el criterio de admisibilidad. Comencemos por el primero.

Dada una función de pérdida  $L(\mathbf{q}, \mathbf{d}) = E[y_t^2 + \mathbf{p}_t^2]$ , y conjuntos factibles  $\Theta$  y  $\Sigma$  para los parámetros  $\mathbf{q}$  y  $\mathbf{d}$  respectivamente, definimos (cuando existe) el riesgo minimax  $\bar{R}$  como:

$$\bar{R} = \min_{\mathbf{d} \in \Sigma} \max_{\mathbf{q} \in \Theta} E[L(\mathbf{q}, \mathbf{d})]$$

Intuitivamente, dada la incertidumbre sobre el valor de  $\mathbf{q}$ , el Banquero busca minimizar el riesgo bajo la peor situación en términos del valor de  $\mathbf{q}$ . Decimos que una regla de decisión (o una política)  $\mathbf{d}_0(\{z_t\}_{t=1, \dots, T+1})$ , es mínimax si  $\mathbf{d}_0(\{z_t\}_{t=1, \dots, T+1}) \in \Sigma$  y:

$$\bar{R} = \max_{\mathbf{q} \in \Theta} E[L(\mathbf{q}, \mathbf{d}_0(\{z_t\}_{t=1, \dots, T+1}))]$$

Es decir, si alguna regla minimiza el riesgo en la peor de las circunstancias.

El segundo criterio es también bastante natural. Decimos que una regla de decisión  $\mathbf{d}_0(\{z_t\}_{t=1, \dots, T+1}) \in \Sigma$ , es inadmisibles si existe otra regla  $\mathbf{d}_1(\{z_t\}_{t=1, \dots, T+1}) \in \Sigma$  tal que domina a la primera. Es decir, si para todo  $\mathbf{q} \in \Theta$ :

$$E[L(\mathbf{q}, \mathbf{d}_0(\{z_t\}_{t=1, \dots, T+1}))] \geq E[L(\mathbf{q}, \mathbf{d}_1(\{z_t\}_{t=1, \dots, T+1}))]$$

y por o menos para un  $\mathbf{q}_0 \in \Theta$ , la desigualdad anterior se satisface estrictamente. Finalmente, decimos que una regla de decisión  $\mathbf{d}_0(\{z_t\}_{t=1, \dots, T+1})$  es admisible si no es inadmisibles.

Intuitivamente,  $\mathbf{d}_0(\{z_t\}_{t=1, \dots, T+1}) \in \Sigma$  es inadmisibles si, sin importar el valor de  $\mathbf{q}$ , la pérdida esperada es siempre menor bajo la política  $\mathbf{d}_1(\{z_t\}_{t=1, \dots, T+1})$ , y existe por lo menos un caso, para por lo menos un  $\mathbf{q}_0 \in \Theta$ , tal que la pérdida esperada es estrictamente menor.

Ahora, aquí vienen los problemas. Bajo ciertas condiciones sobre el verdadero proceso generador de los datos observados  $\{z_t\}_{t=1,\dots}$ , uno puede demostrar que la regla de decisión mínimax  $d_0(\{z_t\}_{t=1,\dots,T+1})$  es inadmisibile.

Lo que esta discusión pone de manifiesto, es que el problema de decisión al interior de un Banco Central puede ser aún más complejo (conceptualmente) cuando nos aferramos al punto de vista clásico sobre la inferencia estadística. Esto no quiere decir que en la práctica, la toma de decisiones que utiliza información no muestral y formalizada mediante priors, sea más fácil que su contraparte clásica. Como mostraremos en los próximos ensayos, la inferencia estadística Bayesiana es muy compleja computacionalmente (i.e. esto es evidente, como veremos más adelante, cuando intentemos calcular la densidad marginal, un concepto básico de la econometría Bayesiana) razón por la cual, no fue si no hasta el desarrollo de métodos computacionales y computadores lo suficientemente rápidos que esta perspectiva esta viviendo un nuevo auge.

### *Conclusiones*

La inferencia Bayesiana constituye una perspectiva filosóficamente distinta al punto de vista clásico y potencialmente útil como marco conceptual para el análisis y toma de decisiones de política económica. La inferencia Bayesiana nos provee de herramientas (en esencia la idea de priors) que permiten formalizar en un modelo estadístico la información no muestral sobre los parámetros de un modelo. La información no muestral puede corresponder a juicios de valor, argumentos teóricos, etc, no representados en los datos disponibles. Por esta razón, esta forma de pensar puede enriquecer considerablemente el universo metodológico y pragmático del análisis y formulación de la política monetaria al interior de cualquier banco central. Adicionalmente, al tratar parámetros y otras fuentes de incertidumbre (como choques o errores estocásticos) todos de la misma manera, como variables aleatorias, el análisis Bayesiano permite capturar de una manera más precisa los riesgos (perdida esperada) de cada acción de política. En este sentido, la interpretación Bayesiana del concepto probabilidad permite hacer afirmaciones cómo cual es la probabilidad de que una u otra sea la consecuencia de una decisión de política. Este tipo de afirmaciones no hacen sentido en la econometría clásica donde el lenguaje utilizado es el de niveles de confianza.

### *Referencias*

Deimling, K. 1980. Nonlinear Functional Analysis. Springer-Verlag.

Hansen, K. 2002. Introduction to Bayesian Econometrics and Decision Theory. Lecture Notes, University of Chicago. Descargable de [http://www.wu-wien.ac.at/usr/h99c/h9951826/bayes\\_intro.pdf](http://www.wu-wien.ac.at/usr/h99c/h9951826/bayes_intro.pdf)

Koop, G. 2003. Bayesian Econometrics. Wiley.

Sims, Ch. 2002. The role of models and probabilities in the monetary policy process. Descargable de <http://sims.princeton.edu/yftp/bppolicy/bpPolicy.pdf>

